

Korean Patent No. 255,128

PURPOSE: A liquid crystal display is provided to reserve a wide viewing angle and to minimize power consumption by driving liquid crystal at a low voltage.

CONSTITUTION: If potential difference is made between two electrodes as voltage is supplied to them, an electric field is generated in the form of a parabola. At this moment, in the case of nematic liquid crystal matter, the major axis of liquid crystal particles(7) is about to be arranged along the direction of the electric field. However, since the alignment force of alignment layers(41,42) at the portions adjacent to two substrates(11,12) is stronger than the force of the electric field, the liquid crystal particles(7) are aligned vertically around the lower substrate(11) while maintaining the horizontally aligned original state around the upper substrate(12). Accordingly, in case that pure nematic liquid crystal matter is used, a liquid crystal director is changed continuously so that the force of the electric field and the strength of elastic stability can be maintained in equilibrium state.

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ G02F 1/1337 G02F 1/1343	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2000년05월01일 10-0255128 2000년02월 10일	
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1998-0002314 1998년01월26일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	특 1999-0066403 1999년08월 16일
(73) 특허권자	삼성전자주식회사 윤종용 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416		
(72) 발명자	박승범 경기도 용인시 기흥읍 구갈리 404-2 우림아파트 1007호 문중현 경기도 용인시 기흥읍 농서리 7-1 월계수동 230		
(74) 대리인	김원호, 김원근		

심사관 : 김창범

(54) 액정 표시 장치

요약

두 기판 사이에 양의 유전을 이방성을 가지는 네마틱 액정 물질을 주입하고, 한쪽 기판에는 수직 배향막을, 다른쪽 기판에는 수평 배향막을 형성하여 기판 사이의 액정 물질을 하이브리드(hybrid) 배열시킨다. 그리고, 수직 배향막이 형성되어 있는 한쪽 기판에는 서로 평행한 둘 이상의 선형 전극을 형성한다. 두 기판의 안쪽면에 형성되어 있는 배향막은 전극의 방향과 일치하며 서로 반대의 방향을 갖도록 한 방향으로 러빙한다. 두 선형 전극에 전압을 인가하여 전위차를 주면 전기장이 발생하고, 그 전기력선의 모양은 전극의 단면 쪽에서 보았을 때 두 전극의 중심면에 꼭지점이 있는 위로 볼록한 포물선이 된다. 이러한 전기장에 의하여 액정 분자들은 비틀림각과 경사각을 가지며 재배열되고 이러한 재배열된 액정 물질층에 의하여 빛의 편광이 변화한다. 두 전극 사이의 영역의 중심부를 기준으로 양쪽의 액정 분자의 배열이 대칭적으로 형성되고, 이에 따라 투과되는 빛에 대한 위상 지연(phase retardation)도 대칭적으로 발생하여 넓은 시야각을 가질 수 있으며, 액정 분자들이 비틀림각과 경사각을 모두 가지며 재배열하기 때문에 색상 전이(color shift)를 줄일 수 있다.

대표도

도4

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치의 전극의 배치를 나타낸 평면도이고,
도 2는 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치에 전압을 인가하지 않은 상태의 단면도이고,
도 3은 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치에 전압을 인가하지 않은 상태의 다른 단면도이고,
도 4는 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치에 전압을 인가한 상태의 단면도이고,
도 5는 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치에서 비틀림각의 변화를 나타내기 위한 평면도이고,
도 6은 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치의 인가 전압에 따른 투과율 변화를 도시한 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 새로운 구동 방식의 액정 표시 장치에 관한 것이다.

일반적으로 액정 표시 장치는 양 기판 또는 한 기판의 내면에 전극을 가지고 있으며, 광학적 스위칭 매개체로서 두 전극 사이에 액정 물질층을 둔 표시 장치로서, 양 전극에 전위차를 주면 그 전위차로 인하여 액정 분자들이 재배열되고, 재배열된 액정 분자들이 빛을 산란시키거나 빛의 투과 특성을 변화시킴으로써 화상을 표시한다.

종래의 액정 표시 장치의 한 예로서, 아래 위 두 기판의 내면에 각각 형성되어 있는 위 전극과 아래 전극 사이에 네마틱형 액정 물질이 삽입되어 있으며, 액정 분자들은 기판에 평행하게 비틀려 배향되어 있는 미국 특허 제5,576,861호에 개시된 비틀린 네마틱형 액정 표시 장치를 들 수 있다. 이 액정 표시 장치에서는 아래 위 전극에 전압을 인가하여 전위차를 주면 양 기판에 수직인 전기장이 형성되고, 액정 분자의 장축 방향을 전기장의 방향과 평행하게 배열시키려는 토크(torque)(이 토크의 크기는 전기장의 세기에 의존함), 즉 유전을 이방성으로 인한 토크와 러빙 등의 배향 처리를 통하여 발생하며 액정 분자의 장축 방향을 특정한 방향을 향하도록 배열시키려는 탄성 토크가 평형을 이루도록 액정 분자들이 재배열된다.

종래의 액정 표시 장치의 또다른 예로는, 한쪽 기판 위에 줄 모양의 두 전극을 서로 평행하게 배치하고 그 사이에 액정 물질층을 두며, 액정 분자들은 기판에 평행하게 배향한 미국 특허 제5,598,285호에 개시되어 있는 액정 표시 장치를 들 수 있다. 이 액정 표시 장치에서는 전극 사이에 전위차를 주어, 본질적으로 기판에 평행하고 두 전극에 수직인 방향으로 전기장을 형성하고, 액정 물질의 유전을 이방성으로 인한 토크와 배향 처리로 인한 탄성 토크가 평형을 이루도록 액정 분자들이 재배열한다.

이러한 종래의 액정 표시 장치는 각각 문제점을 가지고 있다.

비틀린 네마틱형 액정 표시 장치의 가장 큰 문제점은 시야각이 좁다는 것이다. 이 액정 표시 장치에서는, 표시 장치를 바라보는 사람의 눈의 방향과 표시 장치의 표면에 수직인 방향과 이루는 각이 커질수록, 액정 분자들의 장축 방향과 단축 방향의 굴절률 차이인 복굴절성(Δn)과 액정층의 두께(d)의 곱, 즉 $\Delta n \cdot d$ 값이 커지고, 이에 따라 대비비(contrast ratio : 가장 밝은 상태의 휘도를 가장 어두운 상태의 휘도로 나눈 값)가 급격히 저하된다. 그 뿐 아니라, 밝기가 휘 바뀌는 게조 반전의 현상도 나타난다. 따라서 시야각(통상 대비비가 10을 유지하는 각도를 시야각이라 함)이 매우 좁고, 그 시야각보다 큰 각도로 표시 장치를 바라보는 경우 정면에서 보는 화상에 비하여 화질이 급격히 나빠진다.

시야각을 보충하기 위하여, 앞에서 언급한 미국 특허 제5,576,861호에서와 같이, 위상차 보상판 등을 이용하여 시야각을 넓히는 방법이 제시되고 있으나, 부가적인 부분인 보상판을 부착하는 부가적인 공정이 필요하기 때문에 비용이 높아지고 공정이 늘어날 뿐 아니라, 보상판을 사용하더라도 시야각의 한계는 여전히 남아 있다.

두 번째 장치에서는 두 전극 사이의 영역에 위치하는 전기장이 두 전극으로부터 멀어질수록 작아지기 때문에, 노멀리 블랙 모드(normally black mode)에서 빛을 통과시키기 위한 최소의 전압(문턱 전압)이 높을 뿐 아니라 빛을 최대한 통과시키는 전압(포화 전압) 또한 높아서 전체적으로 소비 전력이 커지는 문제점이 있다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명의 한 과제는 넓은 시야각을 확보하는 것이다.

본 발명의 또다른 과제는 낮은 전압으로 액정을 구동하여 소비 전력을 낮추는 것이다.

발명의 구성 및 작용

위와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명에서는 두 기판 사이에 유전을 이방성을 가지는 액정 물질을 주입하고, 한쪽 기판에는 수직 배향막을 다른쪽 기판에는 수평 배향막을 형성하여 기판 사이의 액정 물질을 하이브리드(hybrid) 배열시킨다. 그리고, 수직 배향막이 형성되어 있는 한쪽 기판에는 서로 평행한 둘 이상의 선형 전극을 형성한다.

여기서, 수평 배향막은 전극의 길이 방향과 평행하게 한 방향으로 러빙되어 있는 것이 바람직하며, 수직 배향막은 러빙되거나 러빙되지 않을 수 있다. 수직 배향막을 러빙하는 경우 러빙 방향은 수평 배향막의 러빙 방향과 평행하며 서로 반대의 방향을 갖도록 한 방향으로 러빙되어 있는 것이 바람직하다.

이러한 액정 표시 장치는 두 기판의 바깥쪽에 각각 부착되어 있는 편광판을 더 포함할 수 있으며, 이러한 편광판의 투과축은 서로 직교하도록 배치하는 것이 바람직하다.

두 기판 사이에 주입되는 액정 물질은 양 또는 음의 유전을 이방성을 가질 수 있다.

이러한 액정 표시 장치에서 제1 전극과 제2 전극에 전압을 인가하여 전위차를 주면 전기장이 발생하고, 이 전기력선의 모양은 전극의 단면 쪽에서 보았을 때 두 전극의 중심면에 꼭지점이 있는 위로 볼록한 포물선이 된다.

이러한 전기장과 배향막의 배향력에 의한 탄성 복원력에 의하여 제1 전극 또는 제2 전극 위의 액정 분자들은 경사각을 갖고 재배열되며, 제1 전극 또는 제2 전극과 전극 사이의 중심면 사이 영역의 액정 분자들은 비틀림각과 경사각을 가지며 재배열되고 이러한 재배열된 액정 물질층에 의하여 빛의 편광이 변화한다.

제1 전극과 제2 전극의 중심면에서는 액정 분자가 움직이지 않으므로 전극의 중심면을 따라 불연속면이 형성된다.

이러한 액정 표시 장치에서는 두 전극 사이의 영역의 중심부를 기준으로 양쪽의 액정 분자의 배열이 대칭적으로 형성되고, 이에 따라 투과되는 빛에 대한 위상 지연(phase retardation)도 대칭적으로 발생하여 넓은 시야각을 가질 수 있으며, 액정 분자들이 비틀림각과 경사각을 모두 가지며 재배열하기 때문에 색상 전이(color shift)를 줄일 수 있다.

그리고, 액정 분자의 초기 상태가 하이브리드 배열된 상태이기 때문에 액정 분자들이 작은 전기장에 의해서도 쉽게 움직일 수 있어 액정층을 구동하는 문턱 전압 및 포화 전압이 낮기 때문에 소비 전력이 낮다.

그러면, 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치에 대하여 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세하게 설명한다.

본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치에서는 서로 평행한 둘 이상의 선형 전극을 이용하여 두 기판 사이의 액정 물질을 구동한다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치의 전극의 배치를 나타낸 평면도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치를 전극 방향으로 잘라 도시한 단면도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치를 전극과 수직인 방향으로 잘라 도시한 단면도이다. 도 2 및 도 3은 모두 액정 표시 장치에 전압이 인가되지 않은 초기 상태를 나타낸 것이다.

먼저, 전극이 형성되어 있는 아래 기판의 구조에 대하여 설명한다.

유리나 석영 따위의 투명한 절연 물질로 이루어진 아래 기판(11) 안쪽 면 위에 ITO(indium tin oxide) 따위의 투명한 도전 물질이나 크롬 등의 금속으로 이루어져 있는 제1 선형 전극(2)과 제2 선형 전극(3)이 평행하게 서로 교대로 형성되어 있다. 전극(2, 3)의 위에는 폴리이미드(polyimide) 따위의 물질로 만들어진 배향막(41)이 도포되어 있다. 아래 기판(11)에 도포되어 있는 배향막은 액정 분자를 기판에 수직하게 배향시킬 수 있는 수직 배향막이고 전극의 길이 방향과 평행하도록 한 방향으로 러빙되어 있다. 도면상에 굵은 선으로 표시된 화살표가 러빙 방향을 가리킨다. 한편, 아래 기판(11)의 바깥 면에는 편광판(51)이 부착되어 있다.

일반적으로 두 개의 전극(2, 3) 중 하나는 각각의 단위 화소마다 다른 화상신호를 인가하기 위한 화소 전극이며, 나머지 하나는 전체 화소에 공통된 신호를 인가하기 위한 공통 전극이다. 또한, 각각의 화소 전극은 각각의 화소에 형성되어 있는 박막 트랜지스터와 같은 스위칭 소자의 한 단자와 연결되어 있다.

다음으로, 역시 유리나 석영 따위의 투명한 절연 물질로 이루어진 위 기판(12) 안쪽 면에는 폴리이미드 따위의 물질로 만들어진 배향막(42)이 형성되어 있고, 바깥 면에는 편광판(52)이 부착되어 있다. 위 기판(12)에 형성되어 있는 배향막(42)은 아래 기판(11)에 형성되어 있는 배향막(41)과 달리 액정 분자를 기판에 수평하게 배향시킬 수 있는 수평 배향막이다. 위 기판(12)에 형성되어 있는 수평 배향막(42)은 전극(2, 3)의 방향과 일치하고, 아래쪽 기판(11)에 형성되어 있는 수직 배향막(41)의 러빙 방향과 반대되는 방향으로 러빙되어 있다. 위 기판(12) 아래쪽에 굵은 선으로 도시된 화살표가 이 방향을 나타낸다.

마지막으로, 두 기판(11, 12)의 배향막(41, 42) 사이에는 유전을 이방성이 양인 네마틱 액정 물질층(6)이 삽입되어 있다.

이와 같은 액정 표시 장치에 전압을 인가하지 않은 상태에서, 액정 물질층(6)의 액정 분자(7)들은 아래 기판(11) 가까이에서는 기판(11)에 수직인 방향에 대하여 약간의 선경사각을 갖지만 수직 배향막(41)의 배향력에 의해 거의 기판에 수직인 방향으로 배열되고, 위 기판(12) 가까이에서는 기판(12)에 대하여 약간의 선경사각을 갖지만 수평 배향막(42)의 배향력에 의해 기판에 거의 평행한 방향으로 배열되므로, 도 1과 도 2에 도시한 바와 같이, 위 기판(12)으로부터 아래 기판(11) 쪽으로 갈수록 경사각이 커지는 하이브리드(hybrid) 배열을 이루고 있다. 아래 위 기판(11, 12)의 배향막(41, 42)이 모두 전극 방향과 동일한 방향으로 러빙되어 있으므로 액정 분자들의 경사 방향은 전극 방향으로 일정하다. 도 3에서 액정 분자(7)의 둘레에 도시되어 있는 화살표는 액정 분자(7)가 지면으로부터 나오는 방향으로 기울어져 있음을 나타내고 있다.

이 때, 하부 기판(11)에 부착되어 있는 편광판(51)을 통과하여 액정층(6)을 통과한 빛의 편광면은 입사광의 편광면과 평행을 이룬다. 따라서, 두 편광판(51, 52)의 투과축이 평행하다면, 이 빛은 상부 기판(12)에 부착되어 있는 편광판(52)을 통과하여 명상태(white state)가 된다. 두 편광판(51, 52)의 투과축이 직교하도록 배치되어 있다면, 하부 기판(11)의 편광판(51)을 통과한 빛은 상부 기판(12)의 편광판(52)에 의해 차단되어 암상태(black state)가 된다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치의 두 전극에 전압을 인가한 상태를 도시한 것으로서, 도 3과 같이 전극과 수직인 방향으로 잘라 도시한 단면도이다.

두 전극(2, 3)에 전압을 인가하여 두 전극(2, 3) 사이에 전위차를 주면, 도 3에 실선으로 도시한 바와 같이, 두 전극(2, 3) 사이 영역의 중앙 부분에서는 본질적으로 기판(11, 12)에 대하여 평행하고 전극(2, 3)에 대하여 수직이며, 전극(2, 3)으로 접근할수록 아래쪽으로 휘어진 포물선 모양이 되는 전기장이 생성된다.

이때, 양의 유전을 이방성을 갖는 네마틱 액정 물질의 경우 액정 분자(7)들의 장축이 전기장의 방향을 따라 배열되려고 한다. 그러나, 두 기판(11, 12)에 인접한 부분에서는 가해진 전기장에 의한 힘보다는 배향막(41, 42)의 배향력이 강하므로 액정 분자(7)들은 아래 기판(11) 가까이에서는 수직으로 배향되고, 위 기판(12) 가까이에서는 기판에 평행하게 배향된 원래의 상태를 유지한다. 따라서, 순수한 네마틱 액정 물질을 사용하는 경우에는 전기장에 의한 힘(전기장의 방향과 세기에 의존)과 배향 처리로 인하여 발생하는 탄성 복원력이 평형을 이루도록 액정 방향자는 연속적으로 변화한다.

또한 이 경우, 앞서 설명한 것처럼 두 전극(2, 3) 사이의 전기장은 전체적으로 포물선 모양으로 형성되므로 두 전극(2, 3) 사이 영역의 중심면(C)을 기준으로 좌우의 액정 분자(7)는 대칭으로 배열된다.

그러면, 이러한 전기장에 의하여 액정 분자가 재배열된 상태를 기판에 수평인 성분과 이에 수직인 성분으로 나누어 좀 더 자세히 살펴본다.

설명 편의상 기판에 수직인 방향을 z축, 기판에 수직이고 제1 선형 전극(2)의 방향에도 수직인 방향을 x축, 제1 선형 전극(2)의 방향에 평행한 방향을 y축으로 잡자. 즉, 도 3에서 왼쪽에서 오른쪽을 향하는 방향을 x축, 제1 선형 전극(2)의 방향을 따라 지면 안으로 들어가는 방향을 y축, 아래 기판(11)에서 위 기판(12)을 향하는 방향을 z축으로 잡는다.

먼저, 액정 분자의 비틀림각, 즉, 액정 분자의 장축을 xy 평면상에 투영시켰을 때 초기 배열 방향에 대하여 액정 분자의 장축이 이루는 각의 변화를 설명한다.

초기 상태에서, 액정 분자의 장축은 xy 평면 위에서는 배향막의 배향력에 의해 모두 y축 방향으로 배열되어 있으며, 배향 처리에 의한 탄성적 복원력의 크기는 xy 평면상에서는 위치에 관계없이 일정하다.

먼저 두 선형 전극(2, 3) 위의 영역을 살펴보면, 두 전극(2, 3)에 전압을 인가하여 두 전극(2, 3) 사이에 전위차를 주는 경우 이 영역에서의 전기장의 방향은 대략 z축 방향, 즉 아래 기판(11)에서 위 기판(12)으로 향하는 방향이다. 따라서 전기장의 x축 방향 성분은 없으므로 이 영역의 액정 분자의 장축은 거의 비틀리지 않는다. 즉, xy 평면상에서 볼 때는 거의 움직이지 않는다.

그리고, 두 선형 전극(2, 3) 사이 영역의 중심면(C)에서는 전기장의 방향은 x축 방향, 즉 제1 선형 전극(2)에서 제2 선형 전극(3)으로 향하는 방향이다. 이 면 위에서 액정 분자(7)의 장축은 전기장의 방향과 수직을 이룬다. 따라서 이 영역에서도 역시 액정 분자는 초기의 상태를 유지한다.

이제 두 선형 전극(2, 3)과 두 선형 전극(2, 3) 사이 영역의 중심면(C) 사이의 영역에서의 액정 분자의 배열 상태에 대해서 도 5를 참고로 하여 설명한다.

도 5에 도시한 바와 같이, 위쪽 기판(12)의 러빙 방향은 벡터 \vec{R} 로, 전기장의 xy 평면 성분은 벡터 \vec{E}_{xy} 로, 액정 분자의 장축이 y축과 이루는 각을 ϕ_{LC} 로 나타내었다.

이 영역에서, 전기장의 xy 평면 성분(\vec{E}_{xy})의 방향은 x축 방향이고, 전기장의 xy 평면 성분의 세기는 x축 방향으로 제1 선형 전극(2)으로부터 두 선형 전극(2, 3) 사이 영역의 중심면(C) 쪽으로 갈수록 작아져서 두 선형 전극(2, 3) 사이 영역의 중심면(C)에서 최소가 되고, 다시 제2 선형 전극(3)으로 가면서 그 세기가 증가한다. 즉, 전기장의 xy 평면 성분의 세기는 두 선형 전극(2, 3) 사이 영역의 중심면(C)을 중심으로 대칭을 이룬다. 전기장의 모양이 두 선형 전극(2, 3)의 중심면(C)에 대해 대칭을 이루고 있으므로 한쪽 영역에 대해서만 액정 분자의 배열을 살펴보면 된다.

액정 분자들은 이러한 전기장에 의한 힘과 배향막의 배향력에 의한 탄성 복원력이 평형을 이루도록 배열하여야 하므로, 비틀림각 ϕ_{LC} 은 제1 선형 전극(2)에서부터 두 선형 전극(2, 3) 사이 영역의 중심면(C) 쪽으로 갈수록 작아진다. 그리고 비틀림 방향은 기판의 위쪽에서 볼 때 반시계 방향이다.

한편, z축 방향으로의 비틀림각의 변화를 살펴본다. 전기장의 xy 평면 성분은 z축 방향으로 아래 기판(11)의 표면 가까이에서 가장 크고, 위 기판(12) 쪽으로 올라갈수록 작아진다. 배향 처리에 의한 탄성적 복원력의 크기는 z축 방향으로 배향막(41, 42)의 표면에서 가장 크고, 두 배향막(41, 42) 사이 액정층(6)의 중앙으로 갈수록 점점 작아진다.

따라서, 아래 기판(11) 가까이에서는 배향력에 의한 영향 때문에 비틀림각 ϕ_{LC} 이 0에 가깝지만 위쪽으로 올라갈수록 배향력에 의한 영향이 줄어들어 비틀림각 ϕ_{LC} 은 커지게 된다. 그러나, 전기장이 아래 기판(11)에서 위 기판(12)으로 올라가면서 그 크기가 줄어들기 때문에 어느 정도 높이에서 최대가 되고 다시 위 기판(12)에 형성되어 있는 배향막의 배향력에 의해 비틀림각 ϕ_{LC} 은 줄어들게 된다. 비틀림각 ϕ_{LC} 이 최대가 되는 지점은 아래 기판(11)과 위 기판(12)의 중심선보다 아래쪽에 있게 된다.

다음, 액정 분자의 경사각, 즉, 액정 분자의 장축이 z축에 대해 이루는 각의 변화를 설명한다.

전압이 인가되지 않은 초기 상태에서 액정 분자의 장축은 아래 기판(11) 가까이에서는 기판에 수직이고, 위 기판(12) 가까이에서는 기판에 수평이며, 그 사이의 영역에서는 경사각이 연속적으로 변화하는 하이브리드 배열을 이루고 있다.

먼저 두 선형 전극(2, 3) 위의 영역을 살펴보면, 이 부분의 전기장의 방향은 대략 z축 방향이고, 전기장의 세기는 아래 기판(11)에서 위 기판(12)으로 갈수록 작아진다. 이 때, 아래 기판(11) 가까이에서는 액정 분자들이 수직 배향막의 배향막에 의해 기판에 거의 수직인 상태로 배열되어 있고, 이 부분에서는 전기장의 방향과 액정 분자의 배열 방향이 거의 일치한다. 따라서 이 부분의 액정 분자는 거의 움직이지 않는다. 아래 기판(11)으로부터 위로 올라갈수록 배향막(41)에 의한 탄성 복원력에 비해 전기장에 의한 힘이 상대적으로 커지므로 전극 방향으로 경사지게 배열되어 있는 액정 분자들은 조금씩 더 일어서게 된다. 이 일어서는 각도 즉, 초기 배열 각도와 전기장에 의해 변화된 배열 각도의 차는 전기장의 크기에 비례하므로 위쪽 기판(12) 가까이로 갈수록 줄어들고, 위 기판(12) 가까이에 가면, 위 기판 위에 형성되어 있는 수평 배향막(42)의 배향력에 의해 다시 y축과 평행하게 배열한다. 결과적으로 제1 선형 전극(2)의 위 영역에서 액정층의 가운데 쪽에 있는 액정 분자들의 경사각이 조금 증가하고, 초기 배열 상태에 비해 경사각이 최대로 변하는 점은 아래 기판(11)과 위 기판(12)의 중심선보다 아래쪽에 있게 된다. 그렇지만, 본질적으로는 초기 상태와 같은 하이브리드 배열을 유지한다.

다음으로 두 선형 전극(2, 3) 사이 영역의 중심면에서의 액정 분자의 배열을 살펴본다. 이 영역에서는 전기장의 z 방향 성분은 없다. 따라서 액정 분자의 경사각의 변화는 없고, 액정 분자들은 초기의 배열 상태를 그대로 유지한다.

마지막으로 제1 선형 전극(2)과 두 선형 전극(2, 3) 사이 영역의 중심선 사이의 영역에서 액정 분자의 배열을 살펴본다. 이 영역에서 전기장의 z 방향 성분은 기본적으로 두 선형 전극(2, 3) 위쪽 영역과 유사하게 변화한다. 즉, 아래 기판(11)에서 위 기판(12)으로 갈수록 작아진다. 따라서, 액정 분자의 경사각 역시 유사하게 변화하여 기판 표면에서 약간 떨어진 영역으로부터 액정층의 가운데 쪽에 있는 액정 분자들의 경사각이 조금 증가하고, 초기 배열 상태에 비해 경사각이 최대로 변하는 점은 아래 기판(11)과 위 기판(12)의 중심선보다 아래쪽에 있게 된다. 그렇지만, 본질적으로는 초기 상태와 같은 하이브리드 배열을 유지한다.

이와 같이 두 전극(2, 3)에 전압이 인가되면 액정 분자들은 비틀림각 및 경사각을 가지며 재배열하는데, 그 비틀림각 및 경사각의 변화로 인하여 빛의 투과율이 변화한다. 제1 선형 전극(2) 위 영역에서는 비틀림각의 변화는 거의 없지만 경사각이 약간 변화한다. 제1 선형 전극(2)과 두 선형 전극(2, 3)의 중심면(C) 사이의 영역에서는 비틀림각과 경사각이 모두 변화한다. 두 선형 전극(2, 3)의 중심면(C)에서는 액정 분자는 초기의 배열 상태를 그대로 유지하게 되어 이 부분에서는 불연속면이 존재한다.

이 때, 도 3에서 보는 바와 같이, 전극(2, 3)에 대하여 수직인 방향의 시야각은 액정 분자(7)의 장축이 향하는 방향이 중심면을 기준으로 대칭이므로 액정층(6)을 통과하는 빛에 대한 위상 지연(phase retardation)이 대칭적으로 보상되는 효과가 발생하여 시야각이 넓어진다. 또한 액정 분자(7)는 경사각만이 아니라 비틀림각을 가지면서 배열되므로 색상 전이(color shift)가 거의 발생하지 않는다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치의 인가 전압에 대한 투과율 변화를 나타낸 그래프이다.

도 6에 나타난 바와 같이, 문턱 전압이 약 1.5 V이고, 포화 전압은 약 4 V임을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 액정 표시 장치는 낮은 전압으로도 구동이 가능하다. 이는 액정 분자(7)가 초기에 하이브리드 상태로 배열되어 있어 약한 전기장에 의해서도 쉽게 그 경사각과 비틀림각이 변할 수 있기 때문이다.

본 실시예에서 기판(11, 12)과 편광판(51, 52) 사이에 광위상차 보상판을 사용하면 더욱 넓은 시야각을 얻을 수 있다.

본 발명의 실시예에 따른 액정 표시 장치에서는 위 기판에는 전극이 형성되어 있지 않지만, 위 기판에 투명 도전막을 형성하여 기판에서 발생하는 정전기를 분산시키도록 할 수도 있다.

또한, 이 액정 표시 장치는 아래 기판(11)의 하부에 위치하는 백라이트 유닛(backlight unit)(도시하지 않음)으로부터의 빛의 투과율을 조절하여 표시 동작을 할 수도 있지만, 위 기판(12)의 상부로부터 들어오는 자연광을 이용하여 표시 동작을 할 수도 있으며 이 경우에는 아래 편광판(52)은 필요하지 않다. 자연광을 이용한 반사형 액정 표시 장치의 경우에는 위 기판(12)의 상부로부터 들어오는 빛을 반사하기 위한 반사판을 아래 기판(11)에 형성하면 된다.

앞의 실시예 및 실험예에서, 액정 물질의 종류, 배향막의 종류, 배향 방법, 선경사각, 편광판의 방향, 셀 간격, 위상차 보상판의 종류 및 유무, 전극을 이루는 물질, 전극의 폭 및 간격 등은 액정 표시 장치의 설계에 따라서 변화가능한 것이다.

본 발명은 앞서 기재한 실시예에 한정되지 않으며, 이 실시예들을 근거로 하여 당업자가 변형하거나 개량할 수 있는 기술적인 내용들 또한 본 발명에 포함된다.

발명의 효과

이와 같은 액정 표시 장치에서는 서로 평행한 두 개의 선형 전극을 사용하고 두 기판 사이의 액정 분자를 하이브리드 배향함으로써, 시야각을 넓힐 수 있고, 구동 전압을 낮출 수 있으며 색상 전이를 막을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

서로 마주 대하고 있는 제1 및 제2 기판,

상기 제1 기판 위에 형성되어 있으며 서로 평행한 선형의 제1 전극과 제2 전극,

상기 제1 및 제2 기판 사이에 주입되어 있으며, 상기 제1 기판에서 상기 제2 기판에 이르기까지 액정 분자의 경사각이 연속적으로 변화도록 하이브리드 배열되어 있는 액정 물질층을 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 제1 및 제2 기판의 안쪽면에 각각 형성되어 있는 제1 및 제2 배향막을 더 포함하는 액정 표시 장치.

청구항 3

제2항에서,

상기 제1 배향막은 수직 배향막인 액정 표시 장치.

청구항 4

제3항에서,

상기 제2 배향막은 수평 배향막인 액정 표시 장치.

청구항 5

제4항에서,

상기 제2 배향막은 한 방향으로 러빙되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 6

제5항에서,

상기 제2 배향막은 상기 제1 및 제2 전극의 길이 방향과 평행하게 러빙되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 7

제6항에서,

상기 제1 배향막은 한 방향으로 러빙되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 8

제7항에서,

상기 제1 배향막은 제2 배향막의 러빙 방향과 평행하며 반대 방향으로 러빙되어 있는 액정 표시 장치.

청구항 9

제1항에서,

상기 액정 물질은 양의 유전율 이방성을 갖는 액정 표시 장치.

청구항 10

제1항에서,

상기 제1 및 제2 전극에 전압을 인가하여 전위차를 주는 경우 전기장의 모양은 상기 제1 및 제2 전극 사이에서 포물선 모양을 이루는 액정 표시 장치.

청구항 11

제10항에서,

상기 제1 또는 제2 전극과 상기 제1 및 제2 전극의 중심면 사이의 영역에서 액정 분자들은 비틀림각 및 경사각을 가지는 액정 표시 장치.

청구항 12

제1항에서,

상기 제1 및 제2 기판의 바깥면에 각각 부착되어 있는 두 장의 편광판을 더 포함하는 액정 표시 장치.

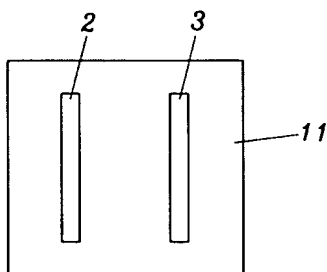
청구항 13

제12항에서,

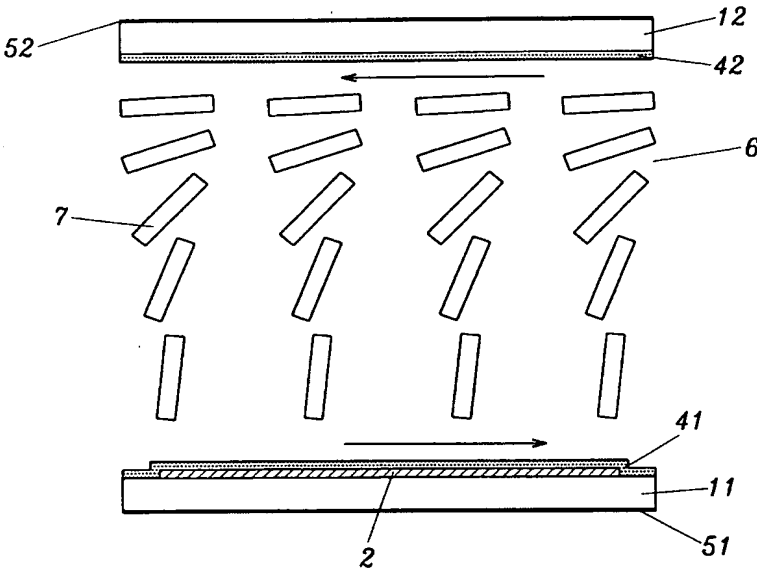
상기 편광판의 투과축은 서로 수직인 액정 표시 장치.

도면

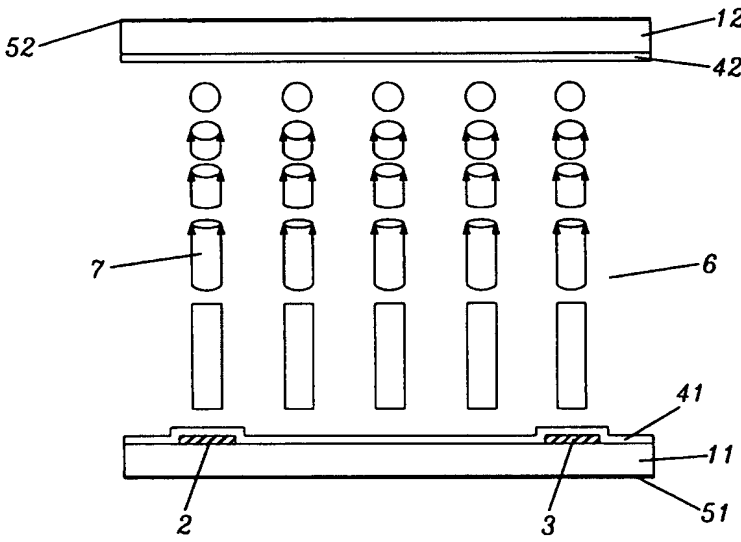
도면1



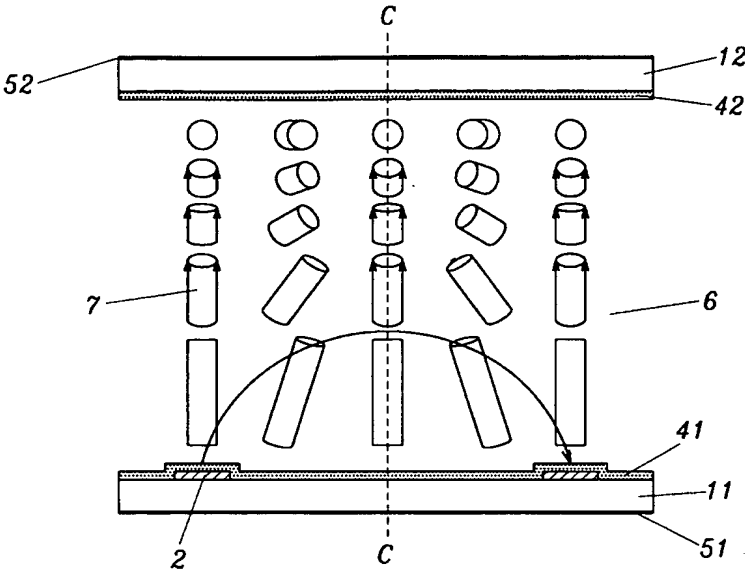
도면2



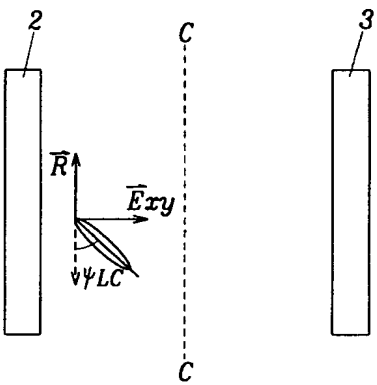
도면3



도면4



도면5



도면6

